

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-053646
(43)Date of publication of application : 19.02.2002

(51)Int.Cl. C08G 59/62
C08G 59/24
C08G 59/50
C08G 65/48
C08J 5/24
H05K 1/03
// C08L 63:00

(21)Application number : 2000-240624 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
(22)Date of filing : 09.08.2000 (72)Inventor : YOSHIMURA TAKESHI
MAEKAWA TETSUYA

(54) EPOXY RESIN COMPOSITION, PREPREG AND INSULATION BOARD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an epoxy resin composition having high rate of reaction and an epoxy resin composition giving an insulation board having lower expansion coefficient.

SOLUTION: The epoxy resin composition contains an epoxy resin, a phenol- modified polyphenylene oxide obtained by the repartition reaction of a polyphenylene oxide with a phenolic compound in the presence of a reaction initiator and an amine-based hardener. The phenolic compound has a dicyclopentadiene skeleton on the terminal.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.02.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-53646

(P2002-53646A)

(43) 公開日 平成14年2月19日 (2002.2.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 08 G 59/62		C 08 G 59/62	4 F 0 7 2
59/24		59/24	4 J 0 0 5
59/50		59/50	4 J 0 3 6
65/48		65/48	
C 08 J 5/24	C F C	C 08 J 5/24	C F C
	審査請求 未請求 請求項の数 8	OL (全 7 頁)	最終頁に統く

(21) 出願番号 特願2000-240624(P2000-240624)

(22) 出願日 平成12年8月9日 (2000.8.9)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 吉村 誠

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72) 発明者 前川 哲也

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(74) 代理人 100111556

弁理士 安藤 淳二 (外1名)

最終頁に統く

(54) 【発明の名称】 エポキシ樹脂組成物、プリプレグ、及び、絶縁基板

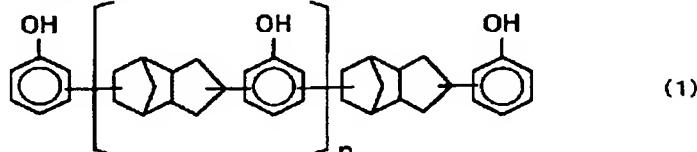
(57) 【要約】

【課題】 反応率の高いエポキシ樹脂組成物、及び、より低膨張率な絶縁基板を得ることのできるエポキシ樹脂組成物を提供する。

【解決手段】 エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール変成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するエポキシ樹脂組成物。上記フェノール化合物が、末端がジシクロペントジエン骨格を有するものである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するエポキシ樹脂組成物において、上記フェノール化合物が、末端がジシクロペントジエン骨格を有するものであることを*



(式中 $n = 0, 2 \sim 0, 9$ を示す)

【請求項3】 上記末端がジシクロペントジエン骨格を有するフェノール化合物の数平均分子量が、700以上1000未満であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のエポキシ樹脂組成物。

【請求項4】 上記エポキシ樹脂として、ジシクロペントジエン骨格を有するエポキシ樹脂を含有することを特※20

* 特徴とするエポキシ樹脂組成物。

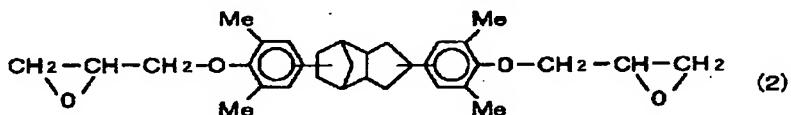
【請求項2】 上記末端がジシクロペントジエン骨格を有するフェノール化合物が、下記式(1)で表されるフェノールであることを特徴とする請求項1記載のエポキシ樹脂組成物。

【化1】

※徴とする請求項1乃至請求項3いずれか記載のエポキシ樹脂組成物。

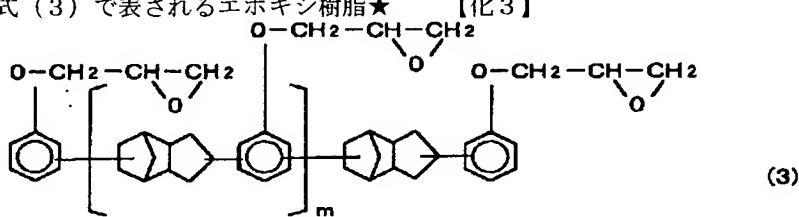
【請求項5】 上記ジシクロペントジエン骨格を有するエポキシ樹脂が、下記式(2)で表されるエポキシ樹脂であることを特徴とする請求項1乃至請求項4いずれか記載のエポキシ樹脂組成物。

【化2】



(式中 Me はメチル基を示す)

【請求項6】 上記ジシクロペントジエン骨格を有するエポキシ樹脂が、下記式(3)で表されるエポキシ樹脂★



(式中 m = 0, 3 ~ 1 を示す)

【請求項7】 請求項1乃至請求項6いずれか記載のエポキシ樹脂組成物を基材に含浸し、このエポキシ樹脂組成物中の樹脂を半硬化させてなることを特徴とするプリプレグ。

【請求項8】 請求項7記載のプリプレグを加熱加圧して、その樹脂を硬化させてなることを特徴とする絶縁基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するエポキシ樹脂組成物に関し、具体的に

★であることを特徴とする請求項1乃至請求項5いずれか記載のエポキシ樹脂組成物。

【化3】

は、プリント配線基板等の絶縁基板の材料として用いられるエポキシ樹脂組成物、及び、このエポキシ樹脂組成物を用いたプリプレグ、絶縁基板に関するものである。

【0002】

40 【従来の技術】 プリント配線基板等の絶縁基板の材料としては、エポキシ樹脂組成物が汎用されている。半導体等の電子部品の高集積化に伴い、優れた誘電率等の高周波特性を有する絶縁基板の材料として、エポキシ樹脂に、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られたフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有させたエポキシ樹脂組成物が知られている（例えば、特開平9-291148号公報等）。

【0003】

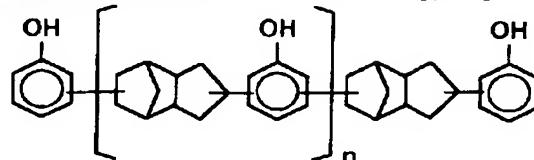
50 【発明が解決しようとする課題】 近年、携帯電話やパソ

コン等の電子機器が、さらなる小型化や信号伝達速度の向上が要望されているため、プリント配線板は、ますます多層化されている。多層化したプリント配線板の作製にあたっては、熱処理を行うため熱膨張に伴うクラックが発生することがないように、より低膨張率の材料が求められている。また、エポキシ樹脂組成物は、未反応物が多く残存すると、得られるプリント配線板の電気特性が低下し易いため、エポキシ樹脂組成物の反応率の高いものが望まれている。

【0004】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するエポキシ樹脂組成物において、反応率の高いエポキシ樹脂組成物、及び、より低膨張率な絶縁基板を得ることのできるエポキシ樹脂組成物を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】ところで、本発明者は、フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としたエポキシ樹脂組成物について上記目的を達成するために鋭意研究を続けており、フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの数平均分子量が700以上1000未満のものを用いたり、特定の反応開始剤を用いると、低膨張率の絶縁基板を作製することこと*



(1)

【0010】(式中n=0, 2~0, 9を示す)

請求項3記載のエポキシ樹脂組成物は、請求項1又は請求項2記載のエポキシ樹脂組成物において、上記末端がジシクロペニタジエン骨格を有するフェノール化合物の数平均分子量が、700以上1000未満であることを特徴とする。上記によって、プリプレグを作製する場合に、ガラス繊維等からなる基材に上記エポキシ樹脂樹脂組成物が良好に浸透するものである。

【0011】請求項4記載のエポキシ樹脂組成物は、請求項1乃至請求項3いずれか記載のエポキシ樹脂組成物※

*ができると提案している(例えば、特願2000-103002等)。本発明者は、剛直な特性を発揮するものがより低膨張率となるのではとの知見をもとに、さらに研究を続けた結果、再分配反応に用いるフェノール化合物に、末端がジシクロペニタジエン骨格を有するものを用いると、より反応率が高く、より低膨張率の絶縁基板を作製できることを見出し、本発明の完成に至ったものである。

【0006】なお、本発明でいうフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの数平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィーを用いて分子量分布を測定して得られるものである。

【0007】請求項1記載のエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するエポキシ樹脂組成物において、上記フェノール化合物が、末端がジシクロペニタジエン骨格を有するものであることを特徴とする。

【0008】請求項2記載のエポキシ樹脂組成物は、請求項1記載のエポキシ樹脂組成物において、上記末端がジシクロペニタジエン骨格を有するフェノール化合物が、下記式(1)で表されるフェノールであることを特徴とする。

【0009】

【化4】

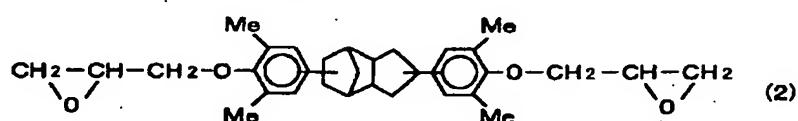
(1)

※において、ジシクロペニタジエン骨格を有するエポキシ樹脂を含有することを特徴とする。

【0012】請求項5記載のエポキシ樹脂組成物は、請求項1乃至請求項4いずれか記載のエポキシ樹脂組成物において、上記ジシクロペニタジエン骨格を有するエポキシ樹脂が、下記式(2)で表されるエポキシ樹脂であることを特徴とする。

【0013】

【化5】



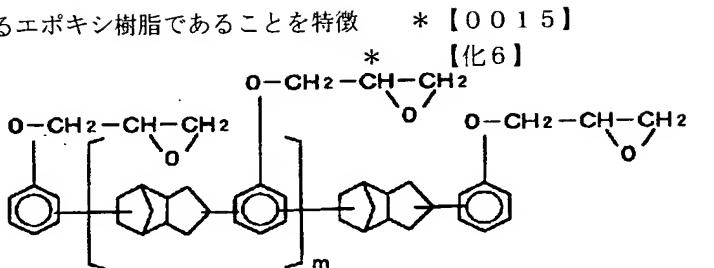
(2)

【0014】(式中Meはメチル基を示す)

請求項6記載のエポキシ樹脂組成物は、請求項1乃至請

求項5いずれか記載のエポキシ樹脂組成物において、上記ジシクロペニタジエン骨格を有するエポキシ樹脂が、

下記式(3)で表されるエポキシ樹脂であることを特徴とする。



(3)

【0016】(式中m=0, 3~1を示す)

請求項7記載のプリプレグは、請求項1乃至請求項6いずれか記載のエポキシ樹脂組成物を基材に含浸し、このエポキシ樹脂組成物中の樹脂を半硬化させてなることを特徴とする。

【0017】請求項8記載の絶縁基板は、請求項7記載のプリプレグを加熱加圧して、その樹脂を硬化させてなることを特徴とする。上記によって、末端がジシクロペンタジエン骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としたエポキシ樹脂組成物を用いているので、より低膨張率な絶縁基板を得ることができるものである。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明のエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、ポリフェニレンオキサイドとフェノール化合物を反応開始剤の存在下で再分配反応させて得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドと、アミン系硬化剤とを含有するものである。

【0019】上記エポキシ樹脂組成物に用いられるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドは、フェノール化合物に、末端がジシクロペンタジエン骨格(以下DCPD骨格と記す)を有するものを用いて再分配反応したものである。上記末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物としては、上記式(1)で表されるフェノールが挙げられる。上記式(1)で表されるフェノールは、分子量が320~520の範囲が好ましい。上記分子量が520を超えると、得られるフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの分子量が1000以上になり易く、プリプレグの作製の際に基材への浸透が低下する恐れがある。

【0020】上記フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドは、ポリフェニレンオキサイドと末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物を加熱溶融した後に、反応開始剤を配合して再分配反応させて、作製することができる。なお、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の配合量は、ポリフェニレンオキサイド100重量部に対して10~30重量部が適量である。

【0021】上記再分配反応で用いる反応開始剤は、フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの作製に汎用される反応開始剤を用いることができ、例えば、過酸化ベンゾイル、t-ブチルペルオキシベンゾエイ

ト、ジ-t-ブチルペルオキシソフタレート、ジクミルペルオキサイド、ジ-t-ベチルペルオキサイド等の過酸化物や、t-ブチルトリメチルシリルペルオキサイド、クメンヒドロペルオキシド、t-ブチルヒドロペルオキサイドの過酸化物や、アゾイソブチロニトリル等が挙げられる。

【0022】上記フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドは、数平均分子量が700以上1000未満に調製することが、好適である。上記フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの数平均分子量を700未満に調製するには、フェノールや触媒の量が増加するため、その場合誘電率等の電気特性の低下を招く恐れがある。また、上記フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの数平均分子量が、1000以上であると、後述するプリプレグを作製する際に、ガラス繊維等からなる基材への浸透が難くなる恐れがあり、また、エポキシ樹脂組成物の反応率が低下する恐れがある。上記フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドの数平均分子量が、700以上1000未満であると、エポキシ樹脂に対しフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを固形分換算で50~90重量%で配合することができる。その結果、このエポキシ樹脂組成物を用いてプリプレグを作製した場合に、基材に上記エポキシ樹脂組成物が良好に浸透するものである。

【0023】上記エポキシ樹脂組成物に用いられるエポキシ樹脂は、DCPD骨格を有するエポキシ樹脂を含有することが好ましい。上記エポキシ樹脂組成物は、DCPD骨格を有するエポキシ樹脂を含有すると、より反応率が向上すると共に、これを用いて作製した絶縁基板がより低膨張率のものを得ることができるものである。上記DCPD骨格を有するエポキシ樹脂としては、上記式(2)で表されるエポキシ樹脂や、上記式(3)で表されるエポキシ樹脂が挙げられる。

【0024】さらに、上記エポキシ樹脂は、DCPD骨格を有するエポキシ樹脂と共に、他のエポキシ樹脂を併用することができる。このエポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、イソシアヌレート型エポキシ樹脂、ヒダントイン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、多官能エポキシ樹脂、

及び、これらエポキシ樹脂をプロム化したエポキシ樹脂等が挙げられる。

【0025】上記エポキシ樹脂組成物に用いられるアミン系硬化剤としては、ジアミノジフェニルメタン、メタフェニレンジアミン、トリレンジアミン、アンモニア、トリエチルアミン、ジエチルアミン等が挙げられる。

【0026】上記エポキシ樹脂組成物には硬化反応を促進するために、硬化促進剤の添加が現実的である。上記硬化促進剤としては、例えば、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール等のイミダゾール類、1, 8-ジアザビシクロ[5. 4. 0]ウンデセン-7、トリエチレンジアミン、ベンジルジメチルアミン等の三級アミン類等が挙げられる。

【0027】上記エポキシ樹脂組成物は、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としているので、反応率がより向上したものである。

【0028】本発明のプリプレグは、上記エポキシ樹脂組成物を基材に含浸し、このエポキシ樹脂組成物中の樹脂を半硬化させて作製するものである。上記基材は、ガラス繊維クロス、ガラス不織布等のガラス基材が挙げられる。上記プリプレグを得る方法としては、例えば、トルエン等の溶剤で希釈したエポキシ樹脂組成物中に基材を浸漬して含浸させた後、加熱して溶剤の除去や、エポキシ樹脂組成物中の樹脂を半硬化させて製造する。基材に含浸する樹脂量は特に限定しないが、乾燥後の樹脂含有量が、プリプレグの重量に対して30~70重量%となるように含浸することが好適である。

【0029】本発明の絶縁基板は、上記プリプレグを加熱加圧して、その樹脂を硬化させて作製するものであり、例えば、プリント配線板等の基板として用いられる。上記プリント配線板を得る方法は、上記プリプレグの所定枚数と銅箔等の金属箔を重ねて被圧体とし、この被圧体を加熱加圧して積層板を製造することができる。さらに、この積層板を用い、上記金属箔をエッチング等により回路を形成するとプリント配線板が得られる。

【0030】上記絶縁基板は、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としたエポキシ樹脂組成物を用いているので、より低膨張率な基板である。

【0031】

【実施例】(実施例1)先ず、フェノール化合物に上記式(1)で表されるフェノールを用いて、フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを作製した。ポリフェニレンオキサイド[日本G. E. プラスチック株式会社製]を100重量部(以下部と記す)、上記式(1)で表されるフェノール[日本石油化学株式会社

製; DPP-L、分子量365、OH当量168、式中のn=0.2]を17部配合して加熱溶融した後に、このなかに反応開始剤として過酸化ベンゾイル[日本油脂株式会社製]を6部配合し、90℃にて90分攪拌し、再分配反応させた。この反応生成物の数平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー[HLC-8210:東ソー株式会社製]を用いて測定したところ、820であった。

【0032】次に、得られたフェノール变成したポリフェニレンオキサイドを123部、エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂[日本化薬株式会社製、品名BREN-S]を95部、上記式(2)で表されるDCPD骨格を有するエポキシ樹脂[東都化成株式会社製、品名ZX1257]を24部、アミン系硬化剤としてアミン化合物[油化シェル株式会社製;エタキュア]を3部、硬化促進剤として2-エチル-4-メチルイミダゾール[四国化成株式会社製]を1部配合し、室温で30分攪拌してエポキシ樹脂組成物を得た。なお、このものは、フェノール变成したポリフェニレンオキサイドの配合量比率が、樹脂全量に対し50重量%である。

【0033】(実施例2)先ず実施例1と同様にして、フェノール化合物に上記式(1)で表されるフェノールを用いて、フェノール变成してなるポリフェニレンオキサイドを作製した。

【0034】次に、得られたフェノール变成したポリフェニレンオキサイドを123部、エポキシ樹脂としてビスフェノールA型エポキシ樹脂[日本化薬株式会社製、品名BREN-S]を90部、上記式(3)で表されるDCPD骨格を有するエポキシ樹脂[大日本インキ化学工業株式会社製、品名HP7200H]を29部、アミン系硬化剤としてアミン化合物[油化シェル株式会社製;エタキュア]を3部、硬化促進剤として2-エチル-4-メチルイミダゾール[四国化成株式会社製]を1部配合し、室温で30分攪拌してエポキシ樹脂組成物を得た。なお、このものは、フェノール变成したポリフェニレンオキサイドの配合量比率が、樹脂全量に対し50重量%である。

【0035】(比較例1)先ず、フェノール化合物にビスフェノールAを用いたポリフェニレンオキサイドを作製した。ポリフェニレンオキサイド[日本G. E. プラスチック株式会社製]を60部、ビスフェノールAを[プロモケム株式会社製]を7部配合して加熱溶融した後に、このなかに反応開始剤として過酸化ベンゾイル[日本油脂株式会社製]を3部配合し、90℃にて90分攪拌し、再分配反応させた。この反応生成物の数平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー[HLC-8210:東ソー株式会社製]を用いて測定したところ、780であった。

【0036】次に、得られたフェノール变成したポリフェニレンオキサイドを70部、エポキシ樹脂としてビス

フェノールA型エポキシ樹脂〔日本化薬株式会社製、品名BREN-S〕を66部、アミン系硬化剤としてアミン化合物〔油化シェル株式会社製；エタキュア〕を3部、硬化促進剤として2-エチル-4-メチルイミダゾール〔四国化成株式会社製〕を1部配合し、室温で30分攪拌してエポキシ樹脂組成物を得た。なお、このものは、フェノール変成したポリフェニレンオキサイドの配合量比率が、樹脂全量に対し50重量%である。

【0037】(プリプレグ、及び、絶縁基板の作製) 実施例1～2、及び、比較例1のエポキシ樹脂組成物を用いて、プリプレグ、及び、評価用の絶縁基板を作製した。得られたエポキシ樹脂組成物を、厚み0.1mmのガラス繊維クロス〔旭シユエーベル株式会社製、商品名2116L〕に含浸し、150℃で9分間乾燥して樹脂含有率43重量%のプリプレグを得た。上記プリプレグを8枚重ね、両面に18μmの銅箔〔日鉛グールドフォイル株式会社製、商品名JTC〕を配置して被圧体とし、温度190℃、圧力2MPaの条件で120分加熱*

	実施例1	実施例2	比較例1
変性ポリフェニレンオキサイド分子量	820	820	780
反応率(%)	97	98	93
α(ppm)	54	53	62

【0041】結果は、表1に示す通りであった。実施例はいずれも、比較例に比べ反応率が高いものであった。また、実施例はいずれも、比較例に比べ熱膨張率が良好であった。

【0042】

【発明の効果】請求項1～6記載のエポキシ樹脂組成物は、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール変成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としているので、反応率が高いものである。また、このエポキシ樹脂組成物を用いると、より低膨張率な絶縁基板を得ることができる。

*・加圧して両面に銅箔が接着された厚み0.8mmの積層板を得た。

【0038】(評価) 各プリプレグを用い反応率を測定した。反応率は、プリプレグより落とした樹脂粉を、200℃2時間で加熱硬化させた後に、粉碎して熱クロロホルムで抽出した。この抽出量に基づいて反応率を算出した。

【0039】また、各積層板を用い、熱膨張率(α)を測定した。熱膨張率(α)の測定は、JIS-C6481に基づいて行った。上記熱膨張率(α)は、TMA(TAS100:リガク株式会社製)を用い、厚み方向(Z方向)の線膨張率を測定した。この測定条件は、荷重0.005N、昇温速度5℃/min、温度75℃から125℃までで行い、得られた線膨張率チャートから線膨張率を算出した。

【0040】

【表1】

※【0043】請求項7記載のプリプレグは、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール変成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としたエポキシ樹脂組成物を用いているので、より低膨張率な絶縁基板を作製することができる。

【0044】請求項8記載の絶縁基板は、末端がDCPD骨格を有するフェノール化合物の存在下で再分配反応させて得られたフェノール変成してなるポリフェニレンオキサイドを構成材料としたエポキシ樹脂組成物を用いているので、より低膨張率な基板となっている。

※

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
H 05 K 1/03
// C 08 L 63:00

識別記号
610

F I
H 05 K 1/03
C 08 L 63:00

テマコード(参考)
610 L

F ターム(参考) 4F072 AA04 AA07 AB09 AB30 AD27
AE01 AE02 AG03 AH04 AH22
AJ04 AK05 AK14 AL13
4J005 AA26 BD00
4J036 AB15 AB17 AD07 AD08 AD20
AE07 AF06 AF08 AJ08 DA06
DC01 DC03 DC04 DC05 DC06
DC10 DC40 DC46 FB12 JA11

THIS PAGE BLANK (USPTO)